

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
C 25 D 7/12

識別記号

F I  
C 25 D 7/12

審査請求 未請求 請求項の数4 FD (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-264861

(22)出願日 平成9年(1997)9月10日

(71)出願人 000000239  
株式会社荏原製作所  
東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 小博 直明  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 本郷 明久  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

(72)発明者 井上 裕章  
東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社  
荏原製作所内

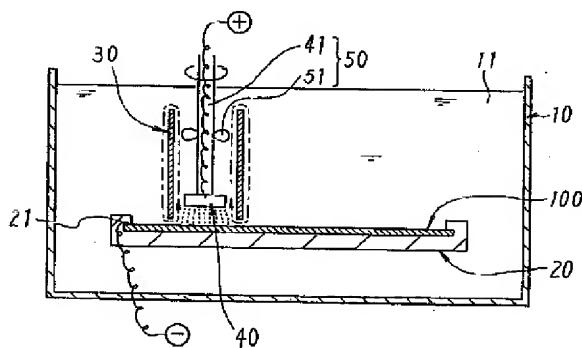
(74)代理人 弁理士 熊谷 隆 (外1名)

## (54)【発明の名称】 半導体ウエハメッキ装置

## (57)【要約】

【課題】 半導体ウエハ表面の各部のメッキ膜厚の均一化が図れ、同時に半導体ウエハ表面に設けた複数の微細溝や微細孔内を均一且つ確実にメッキすることができる半導体ウエハメッキ装置を提供する。

【解決手段】 筒形状のアノードケース30の内部にアノード40とアノードケース30内のメッキ液11に上昇うず流を発生させる上昇うず流発生機構50とを収納する。アノードケース30を半導体ウエハ100上のメッキ形成領域直上に設置した状態でメッキ形成領域部分を電解メッキする。上昇うず流発生機構50はアノード40を軸支して回転する回転軸41に羽根51を設けて構成されている。



10 メッキ処理槽  
40 アノード  
51 羽根 20 ウエハ固定治具  
41 回転軸 100 半導体ウエハ  
50 上昇うず流発生機構

本発明の半導体ウエハメッキ装置を示す全体概略構成図

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体ウエハの表面に設けた微細溝や微細孔を電解メッキする半導体ウエハメッキ装置において、筒形状のアノードケースの内部に、アノードと、該アノードケース内のメッキ液に上昇うず流を発生させる上昇うず流発生機構とを収納し、前記アノードケースを半導体ウエハ上のメッキ形成領域直上に設置した状態で該メッキ形成領域部分を電解メッキすることを特徴とする半導体ウエハメッキ装置。

【請求項2】 前記上昇うず流発生機構は、アノードを軸支して回転する回転軸に羽根を設けるか、或いはアノード自体を回転時に上昇うず流を発生させる形状に形成することで構成されていることを特徴とする半導体ウエハメッキ装置。

【請求項3】 前記半導体ウエハメッキ装置には、前記アノードケースを半導体ウエハ面内の複数のメッキ形成領域に移動せしめる駆動手段が取り付けられていることを特徴とする請求項1又は2記載の半導体ウエハメッキ装置。

【請求項4】 請求項1又は2又は3に記載の半導体ウエハメッキ装置を用いて微細溝や微細孔を設けた半導体ウエハの表面をメッキした後、該メッキした半導体ウエハの表面を化学機械研磨することによって微細溝や微細孔内のメッキを残して半導体ウエハ表面のメッキを除去することを特徴とする微細溝や微細孔へのメッキ方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は半導体ウエハ表面へのメッキの膜厚の均一化を図るのに好適であると同時に、半導体ウエハ表面に設けた複数の微細溝や微細孔の中にメッキ処理を行なうに好適な半導体ウエハメッキ装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、半導体デバイスの配線形成は、アルミニウムスパッタにエッチバックを用いるにしても、配線部分に銅材を埋めたものに化学機械研磨(CMP)を用いるにしても、スパッタが多く行なわれていた。

【0003】 しかしながら半導体デバイスが微細化しその配線の幅が更に小さくなつて例えば0.18μmから0.13μm程度の幅のものが要求されて、ステップカバレッジが大きくなるに従い、従来行なわれていたスパッタによる配線用の溝や孔へのメタル埋込は困難になり、空孔が出来易くなつていていた。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 そこでスパッタの代わりに半導体ウエハをメッキ液に浸漬して通電することでの表面及び配線用の溝や孔内に電解メッキを施すことが考えられている。しかしながらこの方法の場合も以下のような問題点があった。

【0005】 ①従来の電解メッキでは、半導体ウエハ全面に一括メッキを行なつてゐるので、電解メッキ時の半導体ウエハ面内で電位勾配が生じ、半導体ウエハ各部のメッキ膜厚が不均一になつてしまふ。特に大口径の半導体ウエハの場合はこの欠点が著しくなる。

【0006】 ②メッキ反応部へのメタルイオン等の物質供給のため、半導体ウエハ全面に一括してメッキ液の液流を与えてゐるが、半導体ウエハ上の各メッキ反応部への物質供給に過不足が生じ、この点からも各部のメッキ膜厚が不均一になつてしまふ。

【0007】 ③またただ単純に半導体ウエハ全面に一括してメッキ液の液流を与えてても、微細化された溝や孔の中にあった空気が表面張力などによってそのまま残留してしまう恐れがあり、その場合は該溝や孔内部のメッキが出来ない。一方微細化された溝や孔内に一旦メッキ液が充填されたとしても、該メッキ液がそのままそこに滞留した場合は、滞留したメッキ液中のメタルイオンがメッキに利用された後はメッキが進まなくなつてしまふので、該溝や孔内のメッキ液を新たなものと効率的に入れ替えていく必要もある。

【0008】 本発明は上述の点に鑑みてなされたものでありその目的は、半導体ウエハ表面の各部のメッキ膜厚の均一化が図れ、同時に半導体ウエハ表面に設けた複数の微細溝や微細孔内を均一かつ確実にメッキすることができる半導体ウエハメッキ装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】 上記問題点を解決するため本発明は、半導体ウエハの表面に設けた微細溝や微細孔を電解メッキする半導体ウエハメッキ装置において、筒形状のアノードケースの内部にアノードと該アノードケース内のメッキ液に上昇うず流を発生させる上昇うず流発生機構とを収納し、前記アノードケースを半導体ウエハ上のメッキ形成領域直上に設置した状態で該メッキ形成領域部分を電解メッキするように構成した。ここで前記上昇うず流発生機構は、アノードを軸支して回転する回転軸に羽根を設けるか、或いはアノード自体を回転時に上昇うず流を発生させる形状に形成することで構成されている。また前記半導体ウエハメッキ装置には、前記アノードケースを半導体ウエハ面内の複数のメッキ形成領域に移動せしめる駆動手段が取り付けられている。また本発明は、前記半導体ウエハメッキ装置を用いて微細溝や微細孔を設けた半導体ウエハの表面をメッキした後、該メッキした半導体ウエハの表面を化学機械研磨することによって微細溝や微細孔内のメッキを残して半導体ウエハ表面のメッキを除去することとした。

## 【0010】

【発明の実施の形態】 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。図1は本発明の一実施形態にかかる半導体ウエハメッキ装置を示す全体概略構成図である。同図に示すようにこの装置は、メッキ処理槽10

内に、半導体ウエハ100と、ウエハ固定治具20と、アノードケース30と、アノードケース30内に収納されるアノード40及び上昇うず流発生機構50とを具備して構成されている。以下各構成部材について説明する。なおこの実施形態では、半導体ウエハ100表面に設けた複数の微細溝や微細孔内を銅メッキで埋める例を説明している。

【0011】メッキ処理槽10はその内部に電解メッキ用のメッキ液11を満たしている。メッキ液11としては例えばCuSO<sub>4</sub>・5H<sub>2</sub>Oと硫酸と添加剤と塩素イオンを含む水溶液を用いる。

【0012】ウエハ固定治具20は円板状の半導体ウエハ100の外周を把持することで該半導体ウエハ100の上面を露出して保持する構造に構成されている。なおウエハ固定治具20には陰極側からの電気回路によってウエハ電気接点21が設けられており、ウエハ固定治具20に半導体ウエハ100をセットした際に半導体ウエハ100に電圧を印加してカソードにする。

【0013】次にアノードケース30は非導電性材料を筒状（この実施形態では円筒状）に形成して構成されている。

【0014】アノード40は略平板状であって、その上辺中央に棒状の回転軸41を取り付けている。またアノード40には陽極側からの電気回路が接続されている。回転軸41は図示しない駆動機構によって回転駆動される。

【0015】回転軸41の上部には羽根51が取り付けられている。この羽根51は回転軸41が回転した際にアノードケース30内のメッキ液11に上昇うず流を発生させるようにスクリュー形状に形成されている。ここでこの羽根51と回転軸41によって上昇うず流発生機構50が構成されている。

【0016】図2(a)は前記アノードケース30を上側から見た概略平面図である。同図に示すように円筒状のアノードケース30の中央に回転軸41に取り付けられたアノード40と羽根51とが位置している。

【0017】なおアノードケース30は、円形状に限定されるものではなく必要に応じて他の形状、例えば図2(b)に示すような正方形、図2(c)に示すような長方形であっても良い。もちろんそれ以外の形状であっても良い。

【0018】そして図1に示すアノード40などを収納したアノードケース30は、回転軸41等と共に図示しないロボットなどの駆動手段のアームに取り付けられている。

【0019】次にこの半導体ウエハメッキ装置の操作手順を説明する。まず図1に示すようにウエハ固定治具20の上に半導体ウエハ100を把持して固定したものをメッキ液11中に浸漬する。

【0020】次に半導体ウエハ100表面のメッキをし

ようとする部分（即ちこの実施形態の場合は半導体ウエハ100上の配線形成領域であり、以下「メッキ形成領域」という）の内の1つの領域（図3の領域H）の真上にアノードケース30を駆動手段によって移動していく。その際図1に示すようにアノードケース30の下端面と半導体ウエハ100表面との間に所定の隙間を設ける。

【0021】次に回転軸41を回転駆動することでアノード40と羽根51とを回転すると、アノードケース30内には図1に一点鎖線で示すようなメッキ液11の上昇うず流が発生し、これによって半導体ウエハ100表面とアノードケース30下端面との間からアノードケース30内に多量のメッキ液11が強制的に流入して循環する。

【0022】この状態でアノード40と半導体ウエハ100間に電界を印加して半導体ウエハ100上に電解メッキを開始する。

【0023】以上のように各部材を動作させてメッキすることによって以下のような作用①、②、③が生じる。

【0024】①半導体ウエハ100表面のメッキは、仕切られたアノードケース30内でアノード40が半導体ウエハ100表面に對向している部分において行なわれる所以、該アノードケース30内に面する半導体ウエハ100表面に均一電場（均一電流分布）が形成される。即ちアノードケース30内の電流のトンネル効果によって均一電場が形成されるので、メッキが行なわれる部分は半導体ウエハ100のアノードケース30内に面する狭い範囲に限定され、しかも形成されるメッキの膜厚は何れの部分も均一になる。

【0025】②一方このメッキ形成領域H付近には、アノードケース30の外部から多量のメッキ液が流入して上昇うず流を形成しているので、該上昇うず流によって半導体ウエハ100表面のメッキ形成領域Hに設けた微細溝や微細孔内に残っていた空気が引っ張り出されて該微細溝や微細孔内にメッキ液が充填でき、また微細溝や微細孔内に入り込んでいるメッキ液も引っ張り出されることで新たなメッキ液と入れ替えられメッキ液供給が促進される。

【0026】③またアノードケース30の外部から多量のメッキ液が流入して半導体ウエハ100のメッキ形成領域Hに吹きかけられるので、メッキによって欠乏するメタルイオン（この実施形態では銅イオン）等の物質供給が促進され、メッキが促進される（微細溝や微細孔の直上面に新たなメッキ液を導入して該面付近の金属イオン濃度を均一化してメッキ液の拡散層を薄くする）。またメッキ時に発生するガスの早期離脱が促進される。

【0027】以上①、②、③の作用からメッキ形成領域Hの各微細孔や微細溝内を均一且つ確実且つ速やかにメッキできることとなる。

【0028】そして上記メッキが完了すると、図3に示

すようにアノードケース30の位置をロボットなどの駆動手段によってメッキ形成領域Iの位置に移動し、前記と同様の操作手順によってメッキを施す。該メッキが完了するとアノードケース30の位置を駆動手段によってメッキ形成領域Jの位置に移動し同様にメッキを繰り返していく。

【0029】各メッキ形成領域H, I, Jにおいては前述のようにそれぞれの領域毎に均一電場が形成されて最適電析条件が設定できるので、それぞれの領域毎にメッキ膜厚を何れも均一に出来、半導体ウエハ100表面全体としてもメッキ膜厚を均一にできる。つまり1枚の半導体ウエハ100面内で分割メッキを繰り返すことによって、結果として半導体ウエハ100の面全体のメッキ膜厚を均一にするのである。特に大口径の半導体ウエハ100の場合この効果は大きい。

【0030】ところで上記操作手順においては、図4(a)に示すようにアノードケース30の下端部を半導体ウエハ100表面から少し離した位置にセットして電解メッキを行なったが、図4(b)に示すようにアノードケース30の下端部を半導体ウエハ100表面に密着するようにセットして電解メッキを行なっても良い。

【0031】この場合、回転軸41を回転するとアノードケース30内のメッキ液は、同図に示すようにアノードケース30の上端部から導入されたメッキ液が下降して半導体ウエハ100面上に供給された後、上昇うず流となって上端部から外部に排出される。従って図4(a)に示す場合と同様の効果が生じる。

【0032】なお上記半導体ウエハ100は例えば図5(a)に示すようにその表面に溝203やコンタクトホール201等(これらが微細溝や微細孔に相当する)が形成されているが、これら溝203やコンタクトホール201には図5(b)に示すように前記半導体ウエハメッキ装置によって銅207がメッキされる。そしてメッキが終了した半導体ウエハ100はその後例えば溝203やコンタクトホール201内に埋め込んだメッキを残してそれ以外の半導体ウエハ100表面の銅メッキを化学機械研磨によって除去することで図5(c)に示すように配線211やプラグ213となる。なお202はSiO<sub>2</sub>絶縁層、205はバリア層、221は導電層である。

【0033】以上本発明の一実施形態を詳細に説明したが本発明は上記実施形態に限定されず、例えば以下のような種々の変形が可能である。

①上記実施形態では回転軸41と回転軸41に取り付けた羽根51によって上昇うず流発生機構を構成したが、羽根51を設ける代わりにアノード40自体を羽根として用いても良い。即ちアノード40自体を回転時に上昇うず流を発生させる形状に形成すれば、このアノード40と回転軸41によって上昇うず流発生機構を兼用できる。なおアノード40や羽根51は必ずしもスクリュー

形状に形成する必要はなく、例えば平板状であっても良く、要は上昇うず流を発生させる形状であればどのような形状であっても良い。

【0034】②上記実施形態ではアノードケース30の方をロボット等の駆動手段によって移動せしめたが、アノードケース30の位置を固定してその代りに半導体ウエハ100を保持するウエハ固定治具20の方を回転等によって駆動させても良い。またアノードケース30とウエハ固定治具20の双方を駆動させても良い。

【0035】③前述のようにアノードケースの形状は円形、正方形、長方形など種々考えられるが、微細溝や微細孔の形状と相似形であることが電場の観点から望ましいと考えられる。

【0036】④電解メッキ時に印加する電圧は単なる直流電圧ではなく、パルス電圧であることが望ましい。何故ならメッキ液の液流によって半導体ウエハ100表面の拡散層を薄くすることは前述の通り行なえるが、微細溝や微細孔内の拡散層を薄くすることはそれに比べて困難である。そこでパルスによってメタルイオンの濃度復帰を促す方が好適である。つまり電気化学的に拡散層を薄くするのである。

【0037】⑤上記実施形態では半導体ウエハ100のメッキしようとする面を上向きに向けたが、該半導体ウエハ100のメッキしようとする面の向きはこれに限定されず、例えば下向き、横向き、斜め向き等、他の種々の向きであっても良い。これらの場合アノードケース30の向きもこれに合わせて変更する必要がある。但しメッキ時に発生する水素等の気体を除去することを考慮した場合、上向きが望ましいと考えられる。

【0038】⑥ウエハ固定治具20やアノード40や上昇うず流発生機構50等、各部材の構造はその機能が達成される以上、種々の変形が可能であることは言うまでもない。

【0039】⑦上記実施形態では半導体ウエハに銅メッキを施す例を示したが、本発明は銅メッキに限らず、他の種々の材質によるメッキにも利用できる。また本発明は半導体ウエハに配線やプラグを形成するため以外の目的で半導体ウエハにメッキする場合にも利用できることは言うまでもない。

#### 【0040】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本発明によれば以下のような優れた効果を有する。

①半導体ウエハのアノードケース内に面するメッキ形成領域でのみ均一電場を形成して電解メッキできるので、該メッキ形成領域内でのメッキ膜厚を均一に形成できる。

【0041】また半導体ウエハ表面を複数のメッキ形成領域においてそれぞれ同様のメッキ操作を行なうこととそれぞれの領域毎にメッキ膜厚を何れも均一に出来るので、結局半導体ウエハ表面全体としてもメッキ膜厚を均

一にできる。特に大口径の半導体ウエハの場合この効果は大きい。

【0042】の半導体ウエハのメッキ形成領域の表面にはアノードケースの外部から多量のメッキ液が流入した後に上昇うず流を形成するので、該上昇うず流によって半導体ウエハ表面に設けた微細溝や微細孔内に残っていた空気が引っ張り出されて該微細溝や微細孔内にメッキ液が充填でき、また微細溝や微細孔内に入り込んでいたメッキ液も引っ張り出されることで新たなメッキ液と入れ替えられメッキ液供給が促進され、これらの作用によって各微細孔や微細溝内を均一且つ確実且つ速やかにメッキできる。

【0043】③アノードケースの外部から多量のメッキ液が流入して半導体ウエハのメッキ形成領域の表面に吹きかけられるので、メッキによって欠乏するメタルイオン等の物質供給が促進され、メッキが促進される。またメッキ時に発生するガスの早期離脱が促進される。

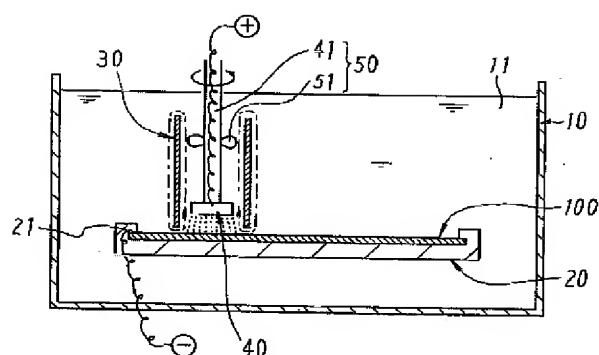
【0044】④以上①乃至③の効果から、高いスループットが実現できる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態にかかる半導体ウエハマッキ装置を示す全体概略構成図である。

【図2】図2(a), (b), (c)は各種アノードケ

[圖 1]



10 メッキ処理槽 20 ウエハ固定治具 30 アノードケース  
40 アノード 41 回転軸 50 上流うず流発生機構  
51 電極 500 並列仕様ウエハ

## 本発明の半導体ウエハメッキ装置を示す全体概略構成図

ース30, 30-2, 30-3を上側から見た概略平面図である。

【図3】半導体ウエハ100上におけるメッキ形成領域H, I, J(即ちアノードケース30の移動位置)を示す平面図である。

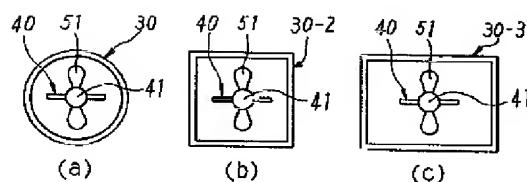
【図4】図4 (a), (b) はアノードケース30の設置位置に応じたメッキ液の流れの状態を示す図である。

【図5】半導体ウエハ100表面に配線211とプラグ213を絶縁層の穴埋めと化学機械研磨法の組合せで形成する方法を示す図である。

### 【符号の説明】

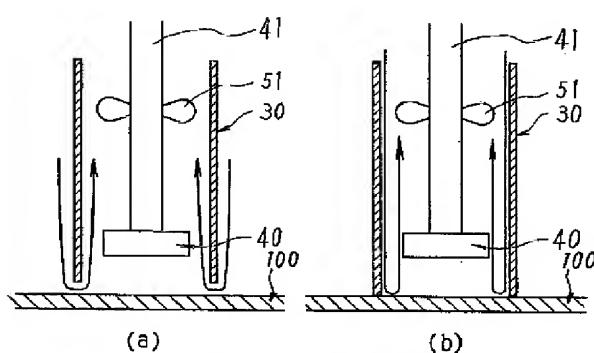
10 メッキ処理槽  
 20 ウエハ固定治具  
 30 アノードケース  
 40 アノード  
 41 回転軸  
 50 上昇うず流発生機構  
 51 羽根  
 100 半導体ウエハ  
 201 コンタクトホール（微細孔）  
 203 溝（微細溝）  
 H, I, J メッキ形成領域

[図2]



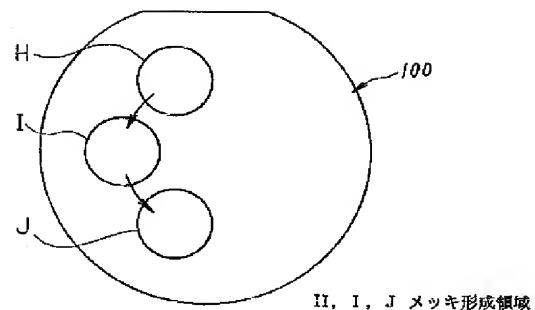
アノードケース 3.0, 3.0-2, 3.0-3 を上側から見た図

[图4]



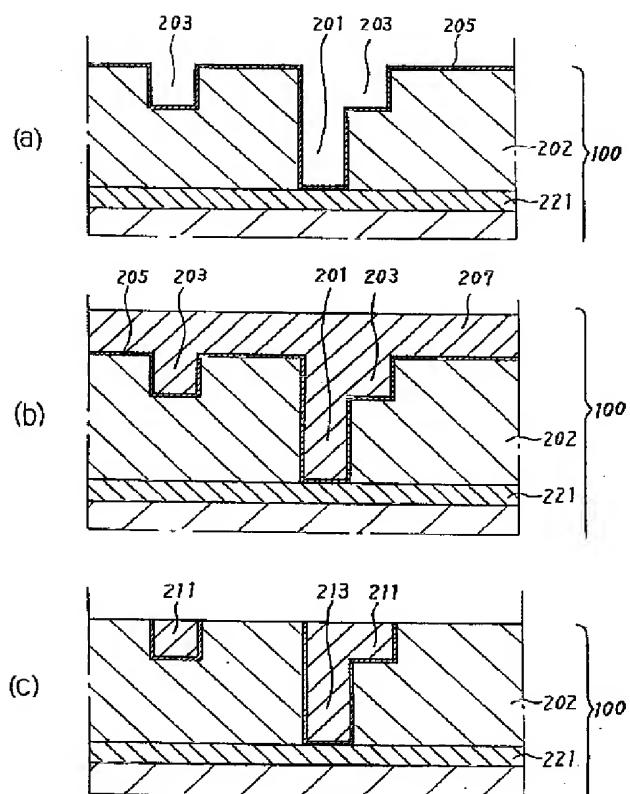
メッキ液の流れの状態を示す図

【図3】



半導体ウエハ100上でのアノードケース30の移動状態を示す図

【図5】



記録211等を絶縁層の穴埋めと化学機械研磨法の組合せで形成する方法を示す図